



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 19 022 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
F 15 B 11/02
F 15 B 11/08
G 05 D 16/00
G 05 D 3/20
B 23 Q 15/00
// B65G 47/90

⑳1 Aktenzeichen: P 43 19 022.7
㉔2 Anmeldetag: 1. 6. 93
㉔3 Offenlegungstag: 8. 12. 94

DE 43 19 022 A 1

㉔1 Anmelder:
Mannesmann AG, 40213 Düsseldorf, DE

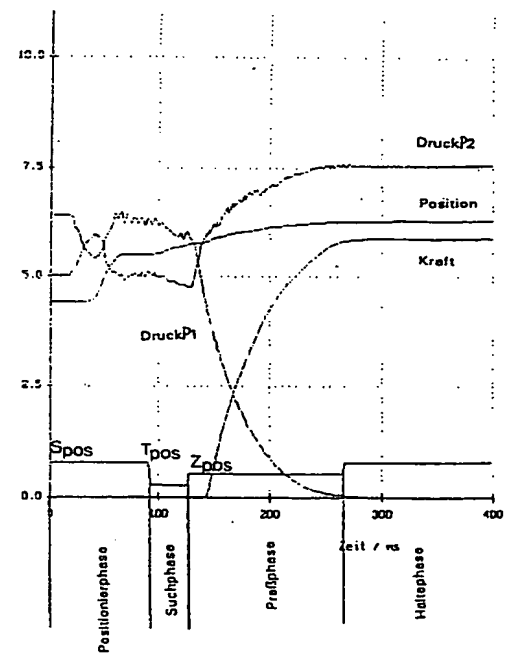
㉔4 Vertreter:
Meissner, P., Dipl.-Ing.; Presting, H., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 14199 Berlin

㉔2 Erfinder:
Langguth, Volker, Dipl.-Ing., 7742 St Georgen, DE;
Klein, Reinhard, Dipl.-Ing., 7730 Villingen, DE;
Bauspieß, Wolfgang, Dr., 7730 Villingen, DE;
Goedecke, Wolf-Dieter, Prof. Dr., 7742 St Georgen,
DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉔54 Verfahren zum Betrieb eines druckmittelbetriebenen Positionier- oder Greif- bzw. Spannwerkzeuges

㉔57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines druckmittelbetriebenen Positionier- oder Greif- bzw. Spannwerkzeuges, sowie ein Werkzeug selbst, bei welchem die Position mindestens eines Stellorgans ermittelt und positionsabhängig die ventilbetätigte Druckmittelzufuhr zum Stellorgan geregelt wird. Um bei einem Verfahren sowie bei einem Werkzeug der gattungsgemäßen Art eine Mitberücksichtigung der Elastizität der Anlagenelemente in der Zielposition sowie eine Beeinflussung nach Erreichen der Zielposition zu ermöglichen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß zusätzlich zur positionsabhängig geregelten Druckmittelzufuhr der Druck des Druckmittels in die Regelung der ventilbetätigten Druckmittelzufuhr eingeht.



BEST AVAILABLE COPY

DE 43 19 022 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines druckmittelbetriebenen Positionier- oder Greifwerkzeuges sowie ein druckmittelbetriebenes Positionier- oder Greif- bzw. Spannwerkzeug gemäß Oberbegriff der Patentansprüche 1 und 8.

Druckmittelbetriebene Positionier- oder Greif- bzw. Spannwerkzeuge sind aus dem Stand der Technik vielfach bekannt. Dabei wird die Position eines Stellorganes ermittelt und positionsabhängig die ventilbetätigte Druckmittelzufuhr zum Stellorgan geregelt. Bei Verfahren sowie Einrichtungen bekannter Art läßt man oftmals das Stellorgan zum Zwecke eines schnellen zeit-sparenden Anstellens des Werkzeuges, stoßartig in Endposition fahren, in der dann die restliche kinetische Energie aufgenommen werden muß. Dies führt dabei zu erhöhtem Verschleiß. Bei einem geregelten Anfahren der Zielposition wird ein solcher Stoß in Endposition zwar vermindert, jedoch führt dies zu einer längeren Positionierdauer.

Bei speziellen Anwendungen, beispielsweise bei Schweißzangenbetätigungen an Schweißrobotern hat man den Effekt, daß die Schweißelektroden in Zielposition unter erhöhter Kraftanwendung nachgeben. Bei bekannten Einrichtungen sowie Verfahren zur Schweißzangenbetätigung bei Robotern werden die Anlagenelemente in ihrer Elastizität hinsichtlich der Zielpositionsteuerung nicht berücksichtigt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, bei einem Verfahren sowie bei einem Werkzeug der gattungsgemäßen Art eine Mitberücksichtigung der Elastizität der Anlagenelemente in der Zielposition sowie eine Beeinflussbarkeit nach Erreichen der Zielposition insbesondere bei der Schweißzangenbetätigung in Schweißrobotern zu ermöglichen.

Die gestellte Aufgabe ist hinsichtlich eines Verfahrens der gattungsgemäßen Art erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Hinsichtlich eines druckmittelbetriebenen Positionier- oder Greif- bzw. Spannwerkzeuges gemäß Oberbegriff des Patentanspruches 8 ist die gestellte Aufgabe erfindungsgemäß durch das kennzeichnende Merkmal des Patentanspruches 8 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen hinsichtlich des Verfahrens sowie hinsichtlich des Werkzeuges sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die erfindungsgemäße Lösung hinsichtlich des Verfahrens besteht darin, daß zusätzlich zur positionsabhängig geregelten Druckmittelzufuhr der Druck des Druckmittels in die Regelung der ventilbetätigten Druckmittelzufuhr eingeht. Zu welchem Zeitpunkt bzw. bei welcher Position druckabhängig oder positionsabhängig geregelt wird, ist durch die Zoneneinteilung bestimmt. Die Bezeichnung "positionsabhängig" geregelt bedeutet, daß die Druckmittelzufuhr abhängig von dem vom Weg- bzw. Positionsermittlungssystem ermittelten Positionswert geregelt wird.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens wird daher nach erstmaliger Erfassung des für eine Positionieraufgabe vorgesehenen Stellweges derselbe in verschiedene Zonen eingeteilt. Hier erfolgt bereits eine differenzierte Bewertung des vorgesehenen Stellweges, bei dem dann später zonenabhängig geregelt wird. Dies führt zu einer Zeitoptimierung der Positionieraufgabe.

In weiterer Ausgestaltung ist der Stellweg in mindestens zwei Zonen eingeteilt, wobei sich die erste Zone von einer Startposition S_{pos} bis zu einer frei wählbaren

Toleranzgrenze T_{pos} nahe einer Zielposition Z_{pos} und die zweite Zone sich von der Toleranzgrenze T_{pos} bis zur Zielzone Z_{pos} erstreckt. Dabei wird dann die Druckmittelzufuhr zum Stellorgan in der ersten Zone weitgehend positionsabhängig und in der zweiten Zone im wesentlichen druckabhängig geregelt. Dies hat zur Folge, daß die erste Zone im wesentlichen zum Durchlaufen eines Schnellganges dient, um die Zielposition möglichst schnell zu erreichen. Kurz vor der Zielposition erfolgt dann nur noch eine druckabhängige Regelung die dabei im übrigen in gebremster Form von stattdessen gehen kann. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist jedoch diese zweite Zone nochmals in zwei Teilzonen eingeteilt, wobei die Druckmittelzufuhr in der ersten Teilzone im Bereich von T_{pos} weitgehend positionsabhängig und in der zweiten Teilzone bis Z_{pos} nur druckabhängig geregelt wird. Die Parameterabspeicherung der Zoneneinteilung, sowie der Positions- und Druckwerte kann bei sich wiederholenden Positionieraufgaben adaptiv erfolgen. In weiterer Ausgestaltung folgt nach Erreichen der Zielposition eine Haltephase, in welcher die Druckmittelzufuhr zeit- und/oder ereignisabhängig geregelt wird. Durch die ausschließlich druckabhängig geregelte Druckmittelzufuhr in der letzten Phase im Bereich der Zielposition wird erreicht, daß der Stoß beim Erreichen der Zielposition drastisch gemindert wird. Bei Elektrodenbetätigungen von Schweißrobotern ergibt sich das Problem, daß die Elektroden samt Halter nach Erreichen der "Kontaktposition" apparativ und geometrisch bedingt nachfedern. Je nach Anlenkung der Schweißzangenelemente registriert die Positionserfassung am Stellorgan dennoch eine Positionsänderung. Dies würde bei herkömmlichen Regelverfahren sowie Einrichtungen dazu führen, daß das Stellorgan weiterhin mit einer Stellgröße beaufschlagt wird. Bei bekannten Verfahren und Einrichtungen würde dies solange erfolgen, bis die einzelnen Elemente mechanisch nicht weiter nachgeben. Ein durch eine solche Vorgehensweise resultierender Verschleiß ist bei der erfindungsgemäßen Lösung hingegen vermieden. Außerdem kann bei bekannten Einrichtungen gerade diese "elastische" Zone technisch nicht genutzt werden, um beispielsweise den Anpreßdruck während des Schweißvorganges zu regeln. Durch die druckabhängige Regelung, insbesondere in der letzten Phase des Positionierweges, kann durch Bewertung des Druckverlaufes eindeutig erkannt werden, an welchem Punkt des Schließvorganges beispielsweise die Elektroden des Schweißroboters am Werkstück kontaktieren. Da das Verfahren adaptiv angelegt ist, wird bei erstmaliger Erfassung beim Durchlaufen der Positionieraufgabe der Stellweg festgelegt und die Zielposition erkannt. Danach kann eine konkrete Unterscheidung zwischen Erreichen der Zielposition, also Auftreffen der Elektroden, und Durchbiegen der einzelnen Halteelemente vorgenommen werden. Dies führt dann im weiteren zu dem Vorteil, daß gerade in dieser Phase nach Auftreffen der Elektroden die elastische Phase erkannt und beispielsweise zur Regelung des Anpreßdruckes der Elektroden herangezogen werden kann. Die in weiterer Ausgestaltung bezeichnete Haltephase kann dann zeit- und/oder ereignisabhängig geregelt werden. Vorteilhaft ist hierbei ebenfalls, daß man auf eine hohe Ortsauflösung der Positionsermittlungseinrichtung verzichten kann, und die Positionsermittlungseinrichtung somit einfacher sein kann.

Dies ergibt sich aus folgendem Grund.

Im Bereich des eigentlichen Schnellganges, also des groben Anpositionierens der Endposition kommt es

darauf an, daß das Positionsermittlungssystem einen großen Weg erfassen kann. In der zweiten Phase käme es bei einer Positionsermittlungseinrichtung, wie sie bei bekannten Verfahren und Einrichtungen verwendet wird darauf an, daß das Positionsermittlungssystem eine solche hohe Ortsauflösung aufweist, daß die kleinen Ortsänderungen im Bereich nahe der Zielposition oder möglicherweise im Elastizitätsbereich der Anlagenelemente hinreichend genau ist. Wie oben bereits gesagt, müssen die Weg- bzw. Positionsermittlungssysteme daher von großer Güte, und damit aufwendig sein. Bei der vorliegenden Erfindung ergibt sich dagegen der Vorteil, daß das Positionsermittlungssystem im wesentlichen nur für das Durchlaufen des Schnellganges, möglicherweise auch noch für die Suchphase herangezogen wird, und daher keine hohe Ortsauflösung braucht, und daß im Bereich der Zielposition bzw. im Elastizitätsbereiches die weitere Regelung druckabhängig erfolgt. Das heißt das Positionsermittlungssystem kann entsprechend einfach ausgebildet sein, und durch die Zuhilfenahme der druckabhängigen Positionierung ist die Positionierung im elastischen Bereich extrem feinfühlig. Die Anbringung von Druckmeßelementen ist unproblematisch und kann auf einfache Weise durch die Integration in Ventile oder in die entsprechenden Druckleitungen erfolgen.

Hinsichtlich eines druckmittelbetriebenen Positionier- oder Greif- bzw. Spannwerkzeuges gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 8 sind erfindungsgemäß Mittel zur Druckerfassung des Druckmittels im Bereich der Druckmittelzufuhr zum Stellorgan vorgesehen. Diese können wahlweise im Druckmittelzuleitungssystem aber auch im arbeitsleistungsseitigen Teil der Ventile angeordnet sein. Hiermit ist also eine differenzierte Regelung in Unterscheidung der beiden Zustände

- a) Positionsänderung registriert da Zielposition noch nicht erreicht, und
- b) Zielposition erreicht, Positionsänderung wegen elastischem Nachgeben der einzelnen Elemente,

gegeben.

Außerdem kann der Auftreffpunkt der Elektroden nach erstmaligen Durchlauf "gelernt" werden, so daß beim nachfolgenden Dauerbetrieb ein fortwährendes "Aufknallen" in der Zielposition ausbleibt. Insgesamt erfolgt die ganze Regelung auch noch zeitoptimiert.

Die Erfindung ist der Zeichnung dargestellt und im Nachfolgenden näher beschrieben.

Es zeigt:

Fig. 1 Position als Funktion der Zeit zur Darstellung des Verfahrens,

Fig. 2 schematische Darstellung des Stellorganes sowie der Stellglieder samt Regelung,

Fig. 3 Struktur des Regelkreises.

Fig. 1 zeigt die Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem die Parameter Druck 1 und Druck 2 in Bezug auf die Position sowie die Kraft aufgetragen sind. Die Abzisse trägt die Zeiteinteilung, wobei diese in diesem Beispiel in vier Phasen bzw. vier Zonen eingeteilt ist.

1. Positionierphase
2. Suchphase
3. Preßphase
4. Haltephase.

Die Ordinate ist willkürlich auf die entsprechenden

Einheiten festgelegt. In der Positionierphase, welche im wesentlichen als Schnellgang bezeichnet wird, wird das druckmittelbetriebene Stellorgan mit Druck beaufschlagt. Hier sei beispielhaft ein nach Fig. 2 ausgestalteter Arbeitszylinder herangezogen, wobei der Kolben den Zylinderinnenraum in zwei Druckräume einteilt. Um den Zylinder nun in eine Richtung auszufahren, muß einer der Drücke erhöht und der andere vermindert werden. Daher verlaufen hier die Druckverläufe von Druck 1 und Druck 2 gegenläufig. In der Positionierphase erfolgt hierbei eine Absenkung des Druckniveaus in Zylinderraum Z1, wohingegen der Druck in Zylinderraum 2 zum Ausfahren in eine Richtung entsprechend ansteigt. Die Einteilung in die dort dargestellten vier Zonen erfolgt natürlich nach einem Erstdurchlauf und ist festgelegt für alle folgenden Durchläufe. Ändert sich die Positionieraufgabe oder die Nebenbedingungen, so kann die Zoneneinteilung auch neu festgelegt werden, da das System adaptiv angelegt ist. Erreicht nun das Stellorgan die Grenze der Positionierphase, so geht diese in diesem Beispiel in eine zweite Phase, die sogenannte Suchphase über. In dieser Suchphase wird positionsabhängig und/oder geschwindigkeitsabhängig geregelt, jedoch nur noch mit kleinen Ortsänderungen. Dies läßt sich nun in Gegenüberstellung des in Fig. 1 dargestellten Positionsverlaufes erkennen.

In der Positionierphase erfolgt ein starker Anstieg, also eine hohe Änderung der Position, welche zunächst abgebremst und dann in die Suchphase übergeht. Die Abbremsung beim Übergang von Positionierphase in Suchphase ist durch die entsprechende Druckbeaufschlagung auch in den Druckverläufen von Druck P1 und Druck P2 zu erkennen. Hierbei ist beispielsweise zu erkennen, daß der zum Ausfahren des Zylinders in der Positionierphase angesteuerte Druck P2 im Bereich der Suchphase plötzlich abfällt und der zuvor abgesenkte Druck P1 hier zum Bremsen ansteigt. Beim Übergang des Stellorganes von der Suchphase in die Preßphase wird die Zielposition, daß heißt die Kontaktposition erreicht. Hier erfolgt der Übergang der Regelung in die ausschließliche Berücksichtigung des Druckes. Eine Positionsermittlung findet nicht mehr statt. Es wird besonders eindrucksvoll deutlich, daß der Positionsverlauf in der Pressphase nur noch einen kleinen Gradienten, hingegen die Druckverläufe von Druck P1 und Druck P2 große Gradienten aufweisen. Daran wird deutlich, daß durch die entsprechend großen Druckgradienten gegenüber dem relativ kleinen Positionsgradienten eine Berücksichtigung des Druckes wesentlich feinfühlicher ist, als eine Positionsermittlung in diesem Bereich. In dieser Preßphase wird dann die Elastizität der Anlagenelemente berücksichtigt. Im Übergang zur Haltephase erkennt man, daß die Druckgradienten von Druck P1 und Druck P2 zu Null werden, und somit der Elastizitätsbereich ausgeschöpft ist. Bei dem Einsatz des Verfahrens bei Elektrodenbetätigung von Schweißrobotern kann in dieser Haltephase auf den Schweißvorgang Einfluß genommen werden. Dieser Schweißvorgang kann in druck geregelter Weise dann entweder zeit- oder ereignisabhängig geregelt werden. So ist es beispielsweise möglich, entweder die Schweißdauer festzulegen, oder auch die im Schweißvorgang vorhandenen einzelnen Schweißphasen zu beeinflussen. Beim Schweißvorgang treffen zunächst die Elektroden auf das Werkstück.

Bis zum Zündaugenblick und auch noch darüber hinaus bleibt die Elektrode sowie das Werkstück im Aufheiz-Zustand, daß heißt im festen Zustand. Ist der Schmelzpunkt nach kurzer Zeit erreicht, so schmilzt die

Elektrode sowie das Werkstück im Kontaktbereich auf, so daß die Elektroden keinen festen Widerhalt mehr haben. Dieser Übergang in die flüssige Phase kann beim vorliegenden erfindungsgemäßen Verfahren wieder durch eine Positionsänderung erkannt werden, so daß der Anpreßdruck der Elektroden verändert werden kann. Dies führt zu einer erheblichen Qualitätssteigerung der Schweißverbindungen. Mit der Bezeichnung, "... in der Haltephase wird zeit- und/oder ereignisabhängig geregelt ..." ist genau eine solche Vorgehensweise gemeint.

Fig. 2 zeigt beispielhaft einen Aufbau, in den die Erfindung vorrichtung- und verfahrensgemäß eingeht. Hierbei ist ein Arbeitszylinder mit einem Kolben 1 und einer Kolbenstange 3 dargestellt, welcher in einem Arbeitszylinder geführt wird, und den dort vorhandenen Zylinderraum beweglich in die Druckräume Z1 und Z2 einteilt. Der Kolben fährt bei Druckbeaufschlagung die Kolbenstange 3 bis zum Anlagepunkt 4 aus. In vereinfachter Form stellt dies eine Elektrodenbetätigung bei Schweißrobotern dar. Zwischen der Spitze der Kolbenstange 3 und dem Kontaktpunkt 4 wären die zu verschweißenden Werkstücke einzubringen. Soll der Kolben nun die Kolbenstange 3 bzw. die Elektrode in die Kontaktposition ausfahren, so wird der Zylinderraum Z2 über die Arbeitsleitung A2 und das Ventil V2 mit Druck beaufschlagt, daß heißt belüftet. Im Schnellgang wird in diesem Augenblick dann der Druckraum 1 mehr oder weniger entlüftet. Am Ende der Positionierphase wird der Kolben 1 abgebremst, indem der Druckraum Z1 nun über das Ventil V1 mit Druck beaufschlagt, daß heißt belüftet wird. Die Kolbenposition wird über ein angedeutetes Positionsermittlungs- bzw. Meßsystem M1 ermittelt.

Beim Übergang von der Suchphase in die spätere Preß- und Haltephase erfolgt dann auch der Übergang der Positionsberücksichtigung über das Positionsermittlungssystem M1 hin zur Druckberücksichtigung über die Drucksensoren D1, D2 in den Ventilen V1 und V2. Bei den Ventilen V1 und V2 handelt es sich um Druckservoventile mit integrierten Drucksensoren. In der genannten Pressphase erfolgt aus den oben genannten Gründen der Elastizität der Anlagenelemente 2 eine kleine Positionsänderung. Diese wird dann in verfahrensgemäßer Weise über die integrierten Drucksensoren überwacht. Die überwachten Druckwerte sowie die Ansteuerung der Servoventile erfolgt über einen Digitalregler DR, welcher in Korrespondenz mit einer SPS steht. In den Digitalregler werden die Druckwerte der Ventile V1 und V2 sowie die Positionswerte aus dem Meßsystem M1 eingespeist. In verfahrensgemäßer Weise werden die entsprechenden Ansteuersignale für die Servoventile ausgegeben. Der Druckmitteleingang der Ventile V1 und V2 ist mit P bezeichnet und die beiden Arbeitsleitungen mit A1 und A2.

Fig. 3 zeigt in einer Übersichtsdarstellung nochmals die Struktur des Regelkreises. Hierbei sind dargestellt der Druckregler 10, repräsentierend für Ventil- und anzusteuerns Zylindervolumen, eine Blackbox mit der Bezeichnung 20 und eine weitere Blackbox 30 in Berücksichtigung der Kolbenposition und der Masse. Im Positionierregler 40 kommen alle Werte zusammen. Nach Vorgabe eines Positions-Sollwertes wird der Positions-Istwert an der Summationsstelle S1 dem Positions-Sollwert regelungstechnisch überlagert und geht als Differenz in den Positionierregler 40. Dieser ermittelt einen Druck-Sollwert, welcher an einem zweiten regelungstechnischen Summationspunkt S2 ansteht.

An diesem Summationspunkt S2 wird der Druck-Istwert an den Ventilen regelungstechnisch dem Druck-Sollwert überlagert und das Ergebnis dem Druckregler 10 zugeführt.

In Gesamtschau aller erfindungsgemäß dargestellten Merkmale und deren verfahrensgemäße sowie vorrichtungsgemäße Realisierung führen diese insbesondere bei der Verwendung in Punktschweißanlagen bei Schweißrobotern zu erheblichen Vorteilen. Dazu gehören Minimierung der Öffnungs- und Schließzeiten, Minimierung des Elektrodenverschleißes durch kontrollierten Schließvorgang mit sanftem Aufsetzen der Elektroden, Erhöhung der Schweißqualität über Programmierung der Preßkraft, in oben genannter Weise, Erhöhung der Sicherheiten mittels Überwachung auf Elektrodenbrand und Elektrodenbruch, sowie Senkung der Betriebskosten, da geringer Luftverbrauch durch variable Einstellung des Öffnungshubes möglich ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines druckmittelbetriebenen Positionier- oder Greif- bzw. Spannwerkzeuges, bei welchem die Position mindestens eines Stellorganes ermittelt und positionsabhängig die ventilbetätigte Druckmittelzufuhr zum Stellorgan geregelt wird, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zur positionsabhängig geregelten Druckmittelzufuhr der Druck des Druckmittels in die Regelung der ventilbetätigten Druckmittelzufuhr eingeht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach erstmaliger Erfassung des für eine Positionieraufgabe vorgesehenen Stellweges derselbe in verschiedene Zonen eingeteilt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Stellweg in mindestens zwei Zonen eingeteilt wird, wobei sich die erste Zone als Positionierphase von einer Startposition S_{pos} bis zu einer wählbaren Toleranzgrenze T_{pos} nahe einer Zielposition Z_{pos} , und die zweite Zone als Suchphase sich von der Toleranzgrenze T_{pos} bis zur Zielzone Z_{pos} erstreckt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckmittelzufuhr zum Stellorgan in der ersten Zone weitgehend positionsabhängig und in der zweiten Zone positionsund/oder geschwindigkeitsabhängig geregelt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der zweiten Zone eine Preßzone folgt, in welcher ausschließlich druckabhängig geregelt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Parameterabspeicherung der Zoneneinteilung sowie der Positions- und Druckwerte bei sich wiederholenden Positionieraufgaben adaptiv erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß nach Erreichen der Zielposition und Durchlaufen der Preßphase eine Haltephase folgt, in welcher die Druckmittelzufuhr zeit- und/oder ereignisabhängig geregelt wird.
8. Druckmittelbetriebenes Positionier- oder Greif- bzw. Spannwerkzeug, insbesondere zur mechanischen Elektrodenbetätigung bei Schweißrobotern, mit mindestens einem ventilgesteuerten druckmittelbetriebenen Stellorgan, sowie mit Mitteln zur Positionserfassung und Positionsregelung des bzw.

der Stellorgane, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel (D1, D2) zur Druckerfassung des Druckmittels im Bereich der Druckmittelzufuhr zum Stellorgan (1, Z1, Z2) vorgesehen sind.

9. Druckmittelbetriebenes Positionier- oder Greif- bzw. Spannwerkzeug nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel (D1, D2) zur Druckerfassung aus mindestens einem Drucksensor pro Ventil (V1, V2) bestehen, welche im arbeitsseitigen Teil (A1, A2) des bzw. der Ventile (V1, V2) angeordnet ist bzw. angeordnet sind.

10. Druckmittelbetriebenes Positionier- oder Greif- bzw. Spannwerkzeug nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Drucksensoren sowie das Positionsermittlungssystem (M1) zur Übermittlung der Meßwerte mit einem Digitalregler (DR) verschaltet sind.

11. Druckmittelbetriebenes Positionier- oder Greif- bzw. Spannwerkzeug nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Digitalregler (DR) mit einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) verbunden ist.

12. Druckmittelbetriebenes Positionier- oder Greif- bzw. Spannwerkzeug nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventile (V1, V2) über den Digitalregler (DR) ansteuerbar sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

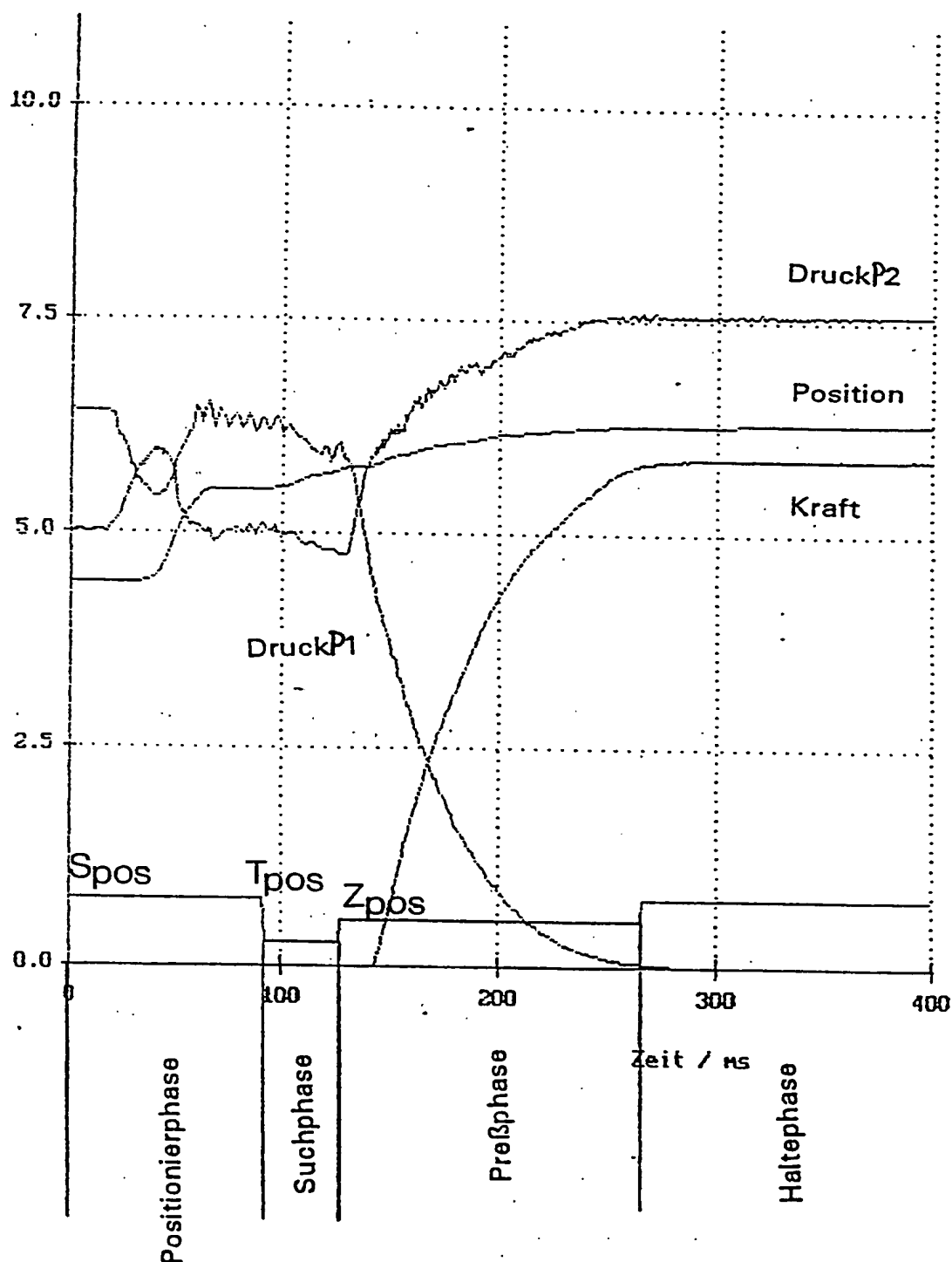
45

50

55

60

65



BEST AVAILABLE COPY

Fig.1

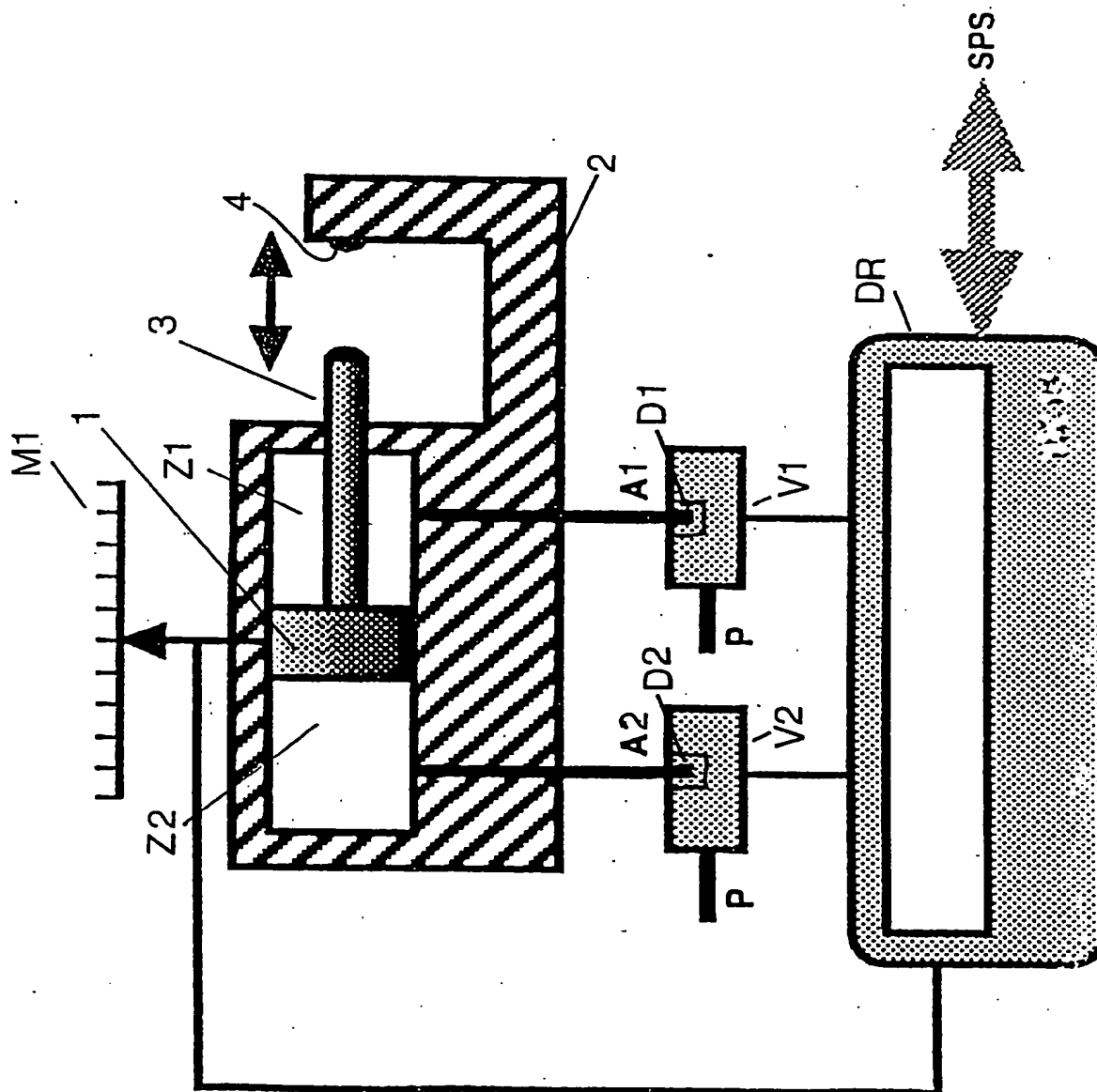


Fig. 2

BEST AVAILABLE COPY

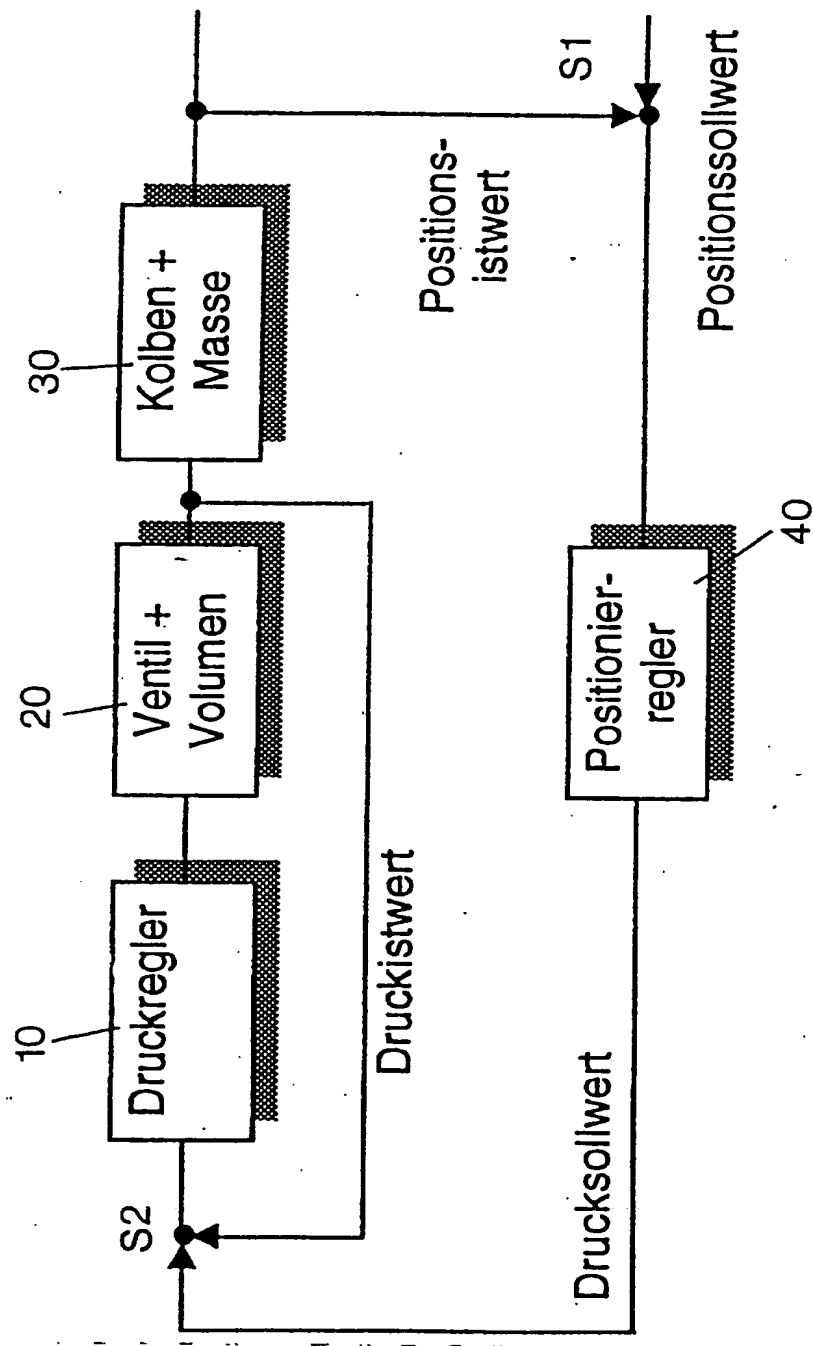


Fig. 3

BEST AVAILABLE COPY